

Längsdynamiksimulation von Zügen

Fachgebiet: Energy and Environment
Betreuer: Prof. Dr. Hansjürg Rohrer
Experte: Thomas Furrer

Die Zugkompositionen der Eisenbahn bestehen meist aus mehreren, kupplbaren Einzelfahrzeugen (Lokomotiven, Personen-, Güterwagen). An den Kupplungsstellen zwischen den Fahrzeugen treten Zug- und Druckkräfte, sowie Bewegungen zwischen den Fahrzeugen in Längsrichtung des Zuges auf. Die auftretenden Kräfte und die Längsbewegungen sind abhängig von der Zusammenstellung des Zuges, den Eigenschaften der Kupplungsstellen, sowie der Fahrweise des Lokomotivführers.

Ausgangslage

Die Kenntnis der längsdynamischen Vorgänge innerhalb eines Zugverbandes ist für verschiedene Gebiete der Eisenbahntechnik von Bedeutung. Neben dem Einfluss auf die Konstruktion von Rollmaterial, sowie für Untersuchungen von z. B. Entgleisungen, oder Zugs-trennungen, kann eine Längsdynamiksimulation in Fahr simulatoren auch zu Ausbildungszwecken für Lokomotivführer eingesetzt werden.

An der BFH-TI in Biel werden seit einigen Jahren Fahr-simulatoren für Eisenbahnfahrzeuge entwickelt, welche primär zur Ausbildung von Fahrpersonal zum Einsatz kommen. Der Fahr simulator LOCSIM soll nun um ein Modell zur Analyse und Darstellung des Längsdynamik-verhaltens von Zugkompositionen erweitert werden.

Umsetzung

Im Rahmen von vorbereitenden Projektarbeiten wurde in einem ersten Schritt nach bereits bestehenden Längsdynamiksimulationen recherchiert und diese analysiert. Das Ergebnis zeigte, dass zwar solche Simulationen bereits existieren, diese jedoch nicht den definierten Anforderungen entsprechen.

In einem nächsten Schritt wurde daher, auf Basis einer Untersuchung der für die Längsdynamik relevan-

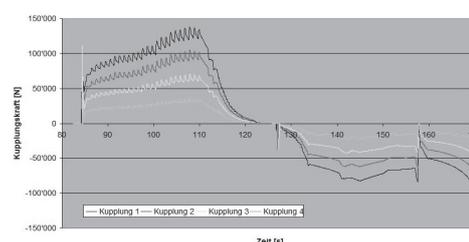
ten Komponenten des Zugverbandes, ein physikalisches Modell erarbeitet. Das Modell definiert die Fahrzeuge als starre Einzelkörper, welche an den Kupplungsstellen über dehn- und stauchbare Verbindungen miteinander verbunden sind. Dabei werden Schraubenkupplung und Puffer als erweitertes Feder-Dämpfer-Modell beschrieben. Mit diesem Modell können die relevanten Eigenschaften der Kupplungsstelle (federnde Verbindung, Energieverzehr, Kupplungsspiel) realistisch dargestellt werden. Die Implementierung, sowie eine erste qualitative und quantitative Überprüfung des Modells erfolgten anhand des Ingenieurwerkzeuges MATLAB.

Die erfolgreiche Überführung und Integration des Längsdynamikmodells in LOCSIM, sowie die Visualisierung der Resultate stellte den letzten Entwicklungsschritt dar.

Durch diverse Testfahrten mit dem Fahr simulator wurde die Leistungsfähigkeit der Längsdynamiksimulation intensiv überprüft. Es wurden dabei unterschiedliche Zugkompositionen (Triebfahrzeuge an unterschiedlichen Positionen im Zugverband), Streckenabschnitte und Fahr szenarien (Anfahren, diverse Bremsmanöver, etc.) verwendet.

Ergebnisse

Die Auswirkungen der Fahrweise auf Kräfte und Längsbewegungen im Zugverband können dem Lokomotivführer nun direkt und in Echtzeit graphisch angezeigt werden.



Kupplungskräfte während Beschleunigungs- und Bremsphase (1 Lokomotive, 4 Wagen)



Kupplungsstelle mit UIC-Schraubenkupplung und Puffer (Quelle: B. Lämli)



Urs Luder
urs-luder@bluemail.ch